

# 「教育の情報化」と Geometric Constructor に関するコンセプトの変化

愛知教育大学 飯島康之

## 1. 学校のコンピュータ・ネットワーク事情が変わる

### 1.1 2005年までの「教育の情報化」

2002年度から、学習指導要領が大きく変わった。週5日制も完全実施された。相対評価から絶対評価に変わった。少人数指導が導入された。その他様々なことが一度に押し寄せている。そういう大変化の中では、あまり教育現場の関心を引いていないけれども、着実に進行しているのが「教育の情報化」である。2005年度を完成年度とする「教育の情報化」では、コンピュータ利用等のコンセプト等がこれまでのものから大きく変化している。

### 1.2 授業者の側から見れば「こうなるはず」

数学の授業者の側から見ると、教育の情報化によって、「次のようになるはず」と思っていたはずだ。

(1) 「コンピュータ+プロジェクタ」であれば、使いたいと思ったらいつでも使える。

教育の情報化における最大の特徴は、すべての普通教室にコンピュータを導入することである。しかも、その目的は、プレゼンテーション的な使い方のための道具としての利用であり、基本的にプロジェクタなどの大画面提示装置の利用を想定している。すべての教室にプロジェクタが用意されるのか、学校で数台用意されるのか等は、市町村あるいは学校によって異なるはずだが、「コンピュータ+プロジェクタ」という形態の使い方であれば、使いたいと思ったらいつでも使えるようになっているはずだ。

(2) 必要ならば、コンピュータ室で「一人一台」で使える。

これまで設置されていたコンピュータ室はそのまま残る。小～高すべてで生徒用に40台以上のコンピュータが使えるはずだ。これまで、中規模以上の学校では、数学の授業のためにコンピュータ室を使うことはほとんどできなかったが、「コンピュータ+プロジェクタ」で対応可能な需要が減ることによって、一人一台でなければできない場合のみ、コンピュータ室を使うことになるため、今までよりも「必要ならばコンピュータ室が使える」状況は緩和されるはずだ。

(3) 職員室でも、(家庭でも) 必要に応じて、ネットワークに接続されたコンピュータが使える。

教材研究や成績処理など、「仕事の道具」としてのコンピュータ・ネットワークの利用を、職員室等でできるようになるはずだ。家庭での利用に関する支援はないけれども、ここ数年で、家

庭でのネットワーク利用は非常に低価格化した。教師が自分の仕事のために使う場合であれ、生徒が家庭で使うことを想定する場合であれ、「使いたいという気持ちがあれば、使える」状態になったと言っていいだろう。(実際、「教育の情報化」が提案されたときには、常時回線の高速化は非常に高価で現実的でなかったが、それが予想を遥かに越えるスピードで低価格化した。)

少なくともこれら3つに関して「当たり前」の状態になるようにすることは、教育委員会や学校の最低限の責務であると考えられる。

### 1.3 ハードの整備でポイントとなるプロジェクタ

これらの整備を進める上で、機器の整備に関して最も配慮が欠けやすいのがプロジェクタである。プロジェクタは普通教室での利用のコンセプトの中では大きな役割を果たしているけれども、予算の中では周辺機器として位置づけられているため、分かりにくい。さらに、多くの学校現場では、「研究発表のための機器」としての認識はあっても、「授業のための機器」という認識はまだあまり浸透していない。さらに、コンピュータやプリンタなどと比べてまだ高価格である。種々の理由から手薄になる懸念の大きな機器である。

しかし、ここで考えてみてほしい。普通教室に1、2台のコンピュータと通常のディスプレイだけが導入されたとしたら、普通の授業で一体使えるのだろうか。せいぜい、休み時間などに、Webを見る程度のことにしか使えないのではないだろうか。授業中に使うとしたら、それはみんなで見るべきものである。先生だけがコンピュータから何か情報を引き出し、それを使った黒板に書くというような景色は現実的でないし、ましてその1、2台だけを数名の生徒が使って学習を進めるといったようなこともありえないと思う。そのような配置をすべての教室にするくらいなら、「ノートパソコン+プロジェクタ」のセットを学級数の半分程度用意する方がずっと前向きではないだろうか。

また、プロジェクタもどのようなものを整備するかによって、使い勝手が大きく変化するのだが、本稿の目的からは逸脱するので、ここでは触れない。いずれにしても、ハードの整備は、単に普通教室にコンピュータをばらまけばよいというのではなく、どういう使い方をするのかを想定して行うことが重要だということ、そしてそこではプロジェクタをどう考えるかが大きな鍵を握っている。

### 1.4 さらに重要な「ソフト・コンテンツ」

また、ある意味ではハードの整備以上に重要なのが、ソフトあるいはコンテンツの整備である。このことに関する議論は様々な角度から行いうるが、本稿では、これまで多くの学校にソフトとしての Geometric Constructor (GC/DOS, GC/Win) を提供してきた筆者が、教育の情報化(より正確には、その中の一つの事業(学習資源デジタル化・ネットワーク化推進事業))をきっかけに、提供する側として何を考え、どう変わろうとしているかを述べたい。「ソフト・コンテンツ」の整備やその在り方に関して考えるきっかけを提供できれば幸いである。

## 2. GCはどう変わるべきか

### 2.0 きっかけ

GCをどう変えるべきかを具体化するきっかけとなったのは、文部科学省による学習資源デジタル化・ネットワーク化推進事業において、筆者を代表とする作図ツールコンソーシアムがコンテンツ開発をすることになったことである。

### 2.1 変化のための要因

#### 2.1.1 Web上のコンテンツにすべてのものが統合されつつある

まず最も大きな要因の一つは、Windows 95以降、インターネットが急速に普及すると同時に、ブラウザの役割が非常に大きなものとなり、様々なものがブラウザ上で統合されるようになってきたことである。WindowsというOSの上で、ソフトウェアはシステムを構成する部品であった。しかし、ブラウザはそのOSと不可分な地位となり、現在では様々なソフトがWebアプリケーションとして開発され、ASP (Application Service Provider) 化することによって、管理コストの大幅な削減が行われるようになった。

#### 2.1.2 「ソフトのインストール」は初心者には大きな障害となるとともに、学校のコンピュータは「インストールは勝手にできない」ようになっている。

DOSの時代は、FDを入れ換えることによって、別の環境に切り換えることができた。FDにソフトを入れて配れば、どこでも使えた。98, FM-R, DOS/Vなどが生きていて、それぞれ別々のものを配布していた。それがWindowsに代わり、どんな機種であっても単一のソフトを配布することができるようになった。インストールという作業さえすればいい。これは当時としては朗報であったのだが、時代が変わり、新しいユーザーが増えることによって、「インストールしなければならない」ことは「使うための障害」に変わった。さらに、大きな拍車が別の要因から降りかかる。今では学校のコンピュータは、「簡単にインストールできない」代物になってしまっているのだ。「簡単にインストール」できるような機器は、生徒のいたずらの前に無力である。1ヶ月もしないうちに、使い物にならない状態になってしまう。不特定多数のユーザーが使う機器は管理者以外はシステムの変化はできるべきではない。学校のOSとして、WindowsNT/2000系が普及するにつれて、Personal ComputerとしてのPCから、Public ComputerとしてのPCに変化することによって、「インストール」は非常に大変な作業へと変貌してしまったのだ。

これは、GCのようにフリーで配布し、「使いたかったら使ってください」というスタンスのソフトにとっては大きな打撃である。市販というルートにのっていないため、機器購入時点でソフトのリストに載っていないことが多い。実際、納入業者にとって、フリーソフトの導入を義務づけられることは困ったことである（その導入で、システムに不具合があったとしても、ソフト提供者が責任を負うわけではない）。導入されたシステムに、ソフトを追加することは、システ

ム上大変なことでもあるし、また万が一その追加で動かなくなったとしたら、誰がその改修をするかなど、面倒なことが生まれる。導入時点で扱わないものは、使わないようにしましょう。それが賢明な選択であろうし、だからこそ、善意でソフトを提供している我々にとっては受難ということになる。

つまり、「インストールなどしなくていい」ことを基本とするべきなのだ。

### 2.1.3 学校・家庭の情報インフラが変わる。

これまでの基本は、「コンピュータ室での利用」であった。「コンピュータ+プロジェクタ（あるいはOHP）」や「Marty+テレビ」などの利用も早くから行ってきたが、それらは学校での標準的な機器にならなかった。それに対して、教育の情報化等によって、次のように変わる。

これをどう受け止めるかが、一つの重要な要因となる。

- 普通教室で「コンピュータ+プロジェクタ」が標準
- ネットワークは当たり前
- コンピュータも当たり前

## 2.2 新しいGCの特徴

### 2.2.1 インストール不要

学校で気軽に使えるためには、「インストール不要」であることが第一の条件である。

### 2.2.2 コンテンツビューア（あるいはその部品）として

同時に、「新しい図形を自分で作図し、調べるためのソフト」として使うだけでなく、「作られている図形を動かして調べてみる」あるいは「ある内容を分かりやすくするために使う」など、作られているものを使う使い方に重点を置く。そのような内容は、一般にWeb上のコンテンツとして開発されているが、そういうコンテンツを見るためのソフトあるいはWeb上でコンテンツを表示するための部品としての性格を強くする。

### 2.2.3 ネット経由あるいはCD

いつでもどこでもそういうコンテンツを見たり提示できるためには、最も一般的な方法として、インターネット経由でのアクセスと、CD-ROMでの参照という二つの方法がある。そのいずれでも対応できることが必要だ。

### 2.2.4 探究の道具として

コンテンツビューアとしての性格を強くするとはいいながらも、元々ツール型ソフトの利点は、それによって数学的探究の広さと深さを広げてくれることにある。そのような、探究の道具としての性格は失ってはいけない。別の言い方をすれば、コンテンツは単に分かりやすさのために作るものではなく、どのような探究が可能かという可能性を示唆するものであり、それを手掛かりに、自分なりの探究を広げられるようなものである必要がある。

### 2.2.5 コンテンツメーカーとして

コンテンツビューアとしての性格が強くなるとすると、一方で重要なのはコンテンツ開発であ

る。簡単に作れること、また組織的に作れることが必要だ。単体としての GC あるいはそれを支援するツール群と共に、コンテンツメーカーとしての側面を強化することが必要になる。

#### 2.2.6 コミュニケーションの道具として

ネット上に簡単にコンテンツ開発ができるなら、「こんな問題をこう考えてみた」とか、「この図に対してこんな発問を考えている」など、気軽なコミュニケーションをネット上で行うことも可能になる。出発点は教材研究に関する教師同士のコミュニケーションであり、その延長線上にあるのが生徒同士のコミュニケーションと思われるが、そのようなコミュニケーションの道具としての側面を強化することも必要になる。

#### 2.2.7 それらが一つに融合しているものとしての GC

ソフトによっては、上記のそれぞれの機能がいくつかのソフトに分割されている。たとえば、作図をすることができるのは、市販化されている Windows アプリケーション。それをあるツールを使って Web 化することができるが、そのコンテンツをあるビューアで見ることができるが、それは単にビューアであって、それ以上のものではない。そういうアプローチもある。しかし、GC ではできるだけそれらの機能が一つの中で行えるようでありたい。

### 2.3 GC で想定する利用形態

#### 2.3.0 はじめに

ここでは、2005年までに整備される機器を前提としたときに、作図ツールの利用形態として予想されるものを列挙する。なお、1990年代での中心は課題分割型グループ別探究であり、我々が2000-2001年に行った実践の多くは問題程度と議論であり、以下の中にはまだ実際には行ったことが少ないものも含まれている。

#### 2.3.1 解説

文部科学省による教育の情報化は、教科教育の中で日常的にコンピュータが使われることを想定しているが、そこでの一つの目的は、「分かりにくいことを分かりやすくする」ためのコンテンツ利用である。その代表例として、15~30秒程度の動画を想定しているようだ。数学の場合、そのような動画が適しているケースがどれくらいありうるのか分からないが、ツール型ソフトを使って、「この問題について、こういうツールを使うとこういうことが分かる」ことを提示し、解説するという使い方が考えられる。

たとえば、円周上を点Pが動くとき、円周角は一定になること、円周上でなくなると大きさが変化することなどを、現象として提示することなどが考えられる。

コンピュータを使わない形態の授業に少しの時間を付け加えるというスタンスが特徴である。操作のほとんどあるいは全部を教師が行い、せいぜい数分で終わる。

#### 2.3.2 問題提示+議論

作図ツールはインタラクティブな操作ができるため、プロジェクタでの提示は学級全体での観察・実験として機能する。四角形を動かすと、この関係はどうなるだろうと投げかけ、予想し、

結果を観察し、その理由を考えるなどの活動が行える。

たとえば、上記の円周角の定理に関しては、点Pの動きに伴う $\angle APB$ の大きさの変化を観察し、「60度になるのはPがどこにあるときだろう」などの発問・観察等を行うこともできる。この場合の使い方も、操作の多くは教師が行うことになるが、実験での操作は生徒の代表者に行わせることもできるし、生徒の気づきに応じて補助線を追加したり、新しく作図するというようなケースもあるだろう。短ければ導入の5～10分程度で終わることもあるだろうし、1時間の授業全体で構成することもあるだろう。作図ツールコンソーシアムでの研究授業の多くはこの形態であった。

### 2.3.3 課題分割型グループ別探究

ある一つの問題を全体で取り組むときに、その課題がいくつかの場合に分割されたり、関連するいくつかの課題が生まれたりしたとき、それをグループ別に手分けをして取り組むのが、この場合である。10台程度のコンピュータが必要になる。

それぞれの生徒が実験・観察を行うために必要な、変形・測定・軌跡等の機能を使いながら、ワークシートに記録をまとめたり、全体の場所で結果を発表し、集約することが必要になる。問題の理解や全体のまとめにも時間が必要になることから、1～2時間の授業として構成することが不可欠となるし、最低限度の操作の仕方を5分程度の時間で学習することが必要になる。

### 2.3.4 グループ別／個別探究

個別に実験するための道具として使う使い方である。全員が同じことを実験し、同じ結果を得るのでは、(次に述べるスキル学習を除いて)授業としての意味があまりないので、多くの場合は、それぞれのグループあるいは個人がそれぞれのテーマについて取り組むことになる。結果はレポートとしてまとめて、それぞれの結果を発表することになる。

### 2.3.5 スキル学習

課題分割型グループ探究等に関しては、扱う問題に関連して使うべき機能などが限定されるため、事前に数分の学習をする程度で十分である。しかし、グループ別／個別探究の場合は、個々に異なる問題に取り組むのだから、作図ツールを使った探究のプロセスや、ソフトの使い方(スキル)などを事前に学習しておくことが必要になる。そのようなスキルの習得を目的とした学習もありうる。しかし、逆にいえば、このような「準備としての学習」は、目的に対して必要最低限であるべきで、多くの学校での利用においてはスキル学習として一定の時間を要することは少ない。

### 2.3.6 コラボレーション

ネットを経由して、いろいろな人と議論しながら一つあるいは様々な問題に取り組む形態である。数学という教科の特性から、普通の授業の中で行われることはあまりないだろう。生徒によるものとしては、課外学習等が考えられる。しかし、むしろまず、「教師による教材開発・カリキュラム開発」をネット上のコラボレーションとして行うべきだ。それを教師自身が行う中で、このような形態では何が利点であり、何が欠点となるのかを肌で感じる事が不可欠だ。

### 2.3.7 個別学習

これまで、学校教育の中でのコンピュータを使った個別学習は CAI として行われてきた。また、ツール型ソフトはオーサリングソフトとしての機能は持っていないため、個別学習の道具としては使われてこなかった。しかし、以下で述べるように、ソフトがアプレット化され、ブラウザ内での部品に変化することによって、様々な可能性が広がった。

また、オンラインマニュアルを読みながら操作の仕方を学習すること自体、広い意味での個別学習を支援するための環境になっている。つまり、様々な教材を「個別学習可能」な形で提供できるようになってきた。必要に応じてそれらを参照し、学習を保管する機会を増やせるようにできるだろう。

## 3. GC/Java の開発

### 3.1 GC/Java の背景

2.0 でも述べたように、GC を具体的にどう変えるかを考えるきっかけとなったのは、文部科学省による学習資源デジタル化・ネットワーク化推進事業において、筆者を代表とする作図ツールコンソーシアムがコンテンツ開発をすることになったことである。そして、具体的には、GC/Java を飯島・大日本図書・(株)ゼータの3者によって共同開発した。大日本図書は、Java による作図ツール開発として、O-Math を手がけてきたし、ゼータは数学用ソフトなどを開発する他、Java による開発にも関心を持っており、それぞれがそこに（営利的な目的以上に）実験としての意義を見いだしていた。

当面の目標としては、作図ツールコンソーシアムで開発するコンテンツのビューアに値するものを作ることが最低限度の目標であり、その後順次改良を重ねながら、上記で掲げた目標を少しずつ実現していくことを狙いとしたりした。

### 3.2 GC/Java の特徴

2002/3 段階での GC/Java は、上記の目標のかなりの部分を実現している。以下でそれをまとめると共に、残されている課題についても触れておきたい。

#### 3.2.1 インストール不要

GC/Java は、Java アプレットとして開発されているため、学校で利用されている、かなりの割合のコンピュータにおいて、次のことが可能である。

- (1) インストール作業なしに使える。
- (2) CD またはネット経由で使える。

そのため、事前の設定などを必要とすることなく、標準的な機器に CD を挿入する/既定のホームページにアクセスするだけで、いつでもどこでも使える。

本格的 Web アプリケーション開発のプラットフォームとして Java は確固とした地位を確立しつつあるものの、一方では WindowsXP では当初 Java を削除した。SP1 で再びサポートしたものの、いずれ Windows からは Java を削除するという予想もある。「インストール不要」という基

本的な目的を実現するための方策がJavaという選択肢のまま続けられるのか、他の方策が必要になるのかは分からない。

### 3.2.2 3つのソフトにより、GCはほとんどのPCで使える

GC/Javaは、GC/WinやGC/DOSとデータ互換性がある。教室で使えるコンピュータではGC/Javaが使えないという場合でも、GC/Winを使って提示するとか、予めダウンロードしておいたGCデータをGC/DOSで提示するという方法も使える。この3種類のソフト(GC/Java, GC/Win, GC/DOS)によって、現在学校で使われているコンピュータのほとんどをカバーすることができる。(もっとも、これは古い機器でも使えるための方策なので、時間と共にGC/DOSのユーザ等が減っていくのは確かだが。)

### 3.2.3 3つのモードの切り換えで様々な利用に対応

さらに、GC/Javaの大きな特徴として、一つのソフトで、様々な利用に対応していることが挙げられる。これによって、コンテンツ開発が容易になるだけではなく、事前には解説を中心に考えていたコンテンツであっても、より深い使い方に利用者の状態に応じて臨機応変に切り換えることができる。

様々な利用に対応するために、GC/Javaでは、ビューアモード、アプレットモード、ウィンドウモードという3つのモードを持ち、ボタンで切り換えができる。

また、サーバの側で設定がしてあれば、オンライン保存によって、簡易コンテンツの作成もできる。それらの概略を述べる。

#### (1) ビューアモード

ビューアモードは、基本的に先生が解説等のために数分だけ使うことを想定している。あるいは、もし生徒が使うとしても、授業の中で代表の数人が数分程度のみ操作することを想定している。「初めての人でも迷わない」ことが最も重要であり、できるだけ機能を削減している。

このように、「最低限のことしかできない」モードというのは、授業で使う上ではとても重要である。

#### (2) アプレットモード

提示している図に補助線を追加して解説を行いたいケースもある。あるいは、議論中での生徒の指摘に応じて追加したくなることもある。そのような、「補助線を少し追加したい」というようなニーズに応えるのが、アプレットモードである。

#### (3) ウィンドウモード

作図ツールとしての機能をフルに使えるモードがウィンドウモードである。実際、GC/Winのほとんどの機能を、ウィンドウモードの中では使うことができる。ウィンドウモードでは使える機能が多くなるため、アイコンでは対応しにくいいため、メニュー表示を使う。現在、メニューは日本語と英語が用意してあるが、今後必要に応じてより多くの言語を用意できるようにしていきたい。

### 3.2.4 オンライン保存



解説や問題提示＋議論のように、既定の図を動かして観察する場合の多くは、「動かすだけ」ですむ。しかし、それぞれの生徒が違う図を作って調べたり、その結果を元にレポートを作るときなどは、図形の作成や保存が必要だ。(多くのアプレットがビューアとしてのみ機能し、保存機能はないのに対して) GC/Java ではオンライン保存機能を持っているため、当該ページにアクセスするだけで、GC/Win と同様にデータの保存や簡易コンテンツの作成ができる。このような機能の拡充をしていくと、データ管理をサーバ側で行う必要があるため、単なるソフト・コンテンツというよりも、ASP (Application Service Provider) としての機能の拡充に相当する。

#### 4. 「コンテンツ」とは何かーGCを通して考えるー

##### 4.0 はじめに

以上の議論の中でも様々なところで「コンテンツ」という言葉が登場してきた。インターネットに接しているところのコンテンツという言葉は様々なところで使われているため、あまり違和感がないのだが、先生方と議論をする中で、「コンテンツって一体なんですか」という疑問を投げかけられることは多い。また、教育の情報化に関わる議論の中で前提とされているコンテンツと、私たちが数学の中で使いたいコンテンツは同じなのかどうかなど、いろいろなことを考えることもあった。そこで、以下では、GCを通して、コンテンツとは何かについて簡単に考えてみることにしたい。

##### 4.1 「ソフト」から「コンテンツ」へ

まず、基本的な趨勢として、「どんなソフトを使うか」という議論から、「どんなコンテンツがほしいか」という議論に変わりつつある。その根本的な理由は、ブラウザ内に様々なものが統合される中で、「何を使ってどんなことをしたいのか」という本来の目的に合わせた議論ができるようになったということだと思う。これは、利用者の側にとっては基本的には朗報である。しかし、コンテンツを総合的に開発・販売している企業がまだまだ少ないことを考えると、コンテンツ選びが基本となるのは、まだしばらく時間がかかるのかもしれない。

##### 4.2 授業で使いたい中身あるいは教材

コンテンツとは何か。授業者の実感としては、「授業で使いたい中身」あるいは「教材そのもの」に近いと思う。授業の中で、プロジェクタを使ってこういうものを提示し、授業の中で議論したい。そのときに、「ここのあたりにこんな写真があり、ここのボタンを押すとこういう解説をしてくれるといいんだが」というような言葉で説明されるものが実体化したものがコンテンツだと思う。

##### 4.3 Web 上で表示できるもの

そういうことならば、実物でもなんでもコンテンツかということになるが、やはり基本的には、

コンピュータで提示するもの、しかも使い勝手を考えると、Web ブラウザの上で提示されるものに限定して考えた方がいいと思う。

#### 4.4 「静止画+動画+テキスト」か？

Web も初期においては、それがハイパーテキスト、つまりリンクの機能（あるところをクリックすると、別のページにとぶことができること）を持っていることが最も大きな特徴だったが、同時にそこでは写真のような静止画も含めることができた。その後、ビデオクリップのような動画も扱えるようになった。「教育の情報化」に関して述べられるコンテンツの概念としては、動画が中心であり、15秒くらいのビデオクリップ集などが念頭にあるようだ。たしかに、商業・フィルムのようなものを使って分かりやすくするという方向性には一理ある。しかし、たとえば数学の授業の中で、そういうビデオクリップ集のようなものを使うことで様々な数学の内容が分かりやすくなるとは言い難いように思う。

#### 4.5 数学の授業にとっての黒板の重要性

たとえば、作図ツールコンソーシアムで行った議論や研究授業から分かったことの一つに、「数学の授業にとって黒板は代えがたい重要性を持つ」ということだ。黒板に書いた図には、書き込みができる。数値や記号、証明など、様々なものが書ける。教師の意図によって書き込みをすることもあれば、生徒からの意見などを書き込むこともある。そういう議論のための「場」が黒板でもある。たしかにビデオもいいかもしれない。しかし、それは一方的に情報を流すだけだから、そこには書き込みもできないし、動かし方を変えることも難しい。臨機応変にいろいろなことができる黒板的なよさを生かしたものでなければ、「使う気になれない」というのが一つの結論だった。つまり、私たちが考えるコンテンツには、そういう特性もほしいのだ。

そのような経緯の中で、作図ツールコンソーシアムで作ったコンテンツはとてもシンプルなものになった。まず変形可能な図がある。その上あるいは下に、基本的な発問がある。多くの場合、この図は黒板に投影することを想定している。そこに記号や証明などをそのまま書き込んでしまうことを想定している。

#### 4.6 ツール型ソフトが実現するマイクロワールド

このようなコンテンツを作る私に対して、「元々作図ツールが目指していた使い方とはかなり違うのではないかと指摘する方もいる。たしかに、そういう面もある。ツール型ソフトは数学的探究の世界を広げ、深めてくれる。パパートが Logo によって実現されるタートル幾何の世界を一つのマイクロワールドと表現したように、それぞれのツール型ソフトはそれぞれのマイクロワールドを実現してくれる。そこで起きる現象と、数学的世界の中で起きる現象との関わりを考えながら、生徒が能動的に学習を進めていくための環境そのものを、ツール型ソフトは提供しているはずであり、そこで想定している学習と比較したとき、プロジェクトで黒板に投影し、解説

するような使い方は本来の狙いとは違うのではないかという指摘である。

#### 4.7 マイクロワールドを手軽に体験できるためのコンテンツ

確かに的を得た指摘である。しかし同時に、現在の学校の数学の授業の中で、それが元々の理念のままに実現できるかと言えば、それは非常に難しいのも現実だ。マイクロワールドとしてのGCに接する学習というのは、もしかしたら学校での普通の授業の中でではなく、放課後や家庭など、時間的な制約が少ない中で行うことしかできないのかもしれない。

つまり、ある意味では、現在の学校教育事情の中では、マイクロワールドとしてのコンピュータに接する時間は、ほとんど確保できないと言っていいし、開発から10年以上が経過してもそれほど定着したと言えない理由の一つがそこにあると言ってもいい。

今回の「教育の情報化」は、そういう意味でのコンピュータとの接し方を支援するものではなかった。しかし、普通教室でプレゼンテーション的な使い方でも、そのようなマイクロワールドを「手軽に体験できる」チャンスを与えてくれる。コンピュータのほとんどの利用がそうであるように、潜在的利用者の数が拡大するのに応じて、使い方の変化を想定する必要がある。そういう意味において、プレゼンテーションによって「マイクロワールドを手軽に体験できる」ことが一つの新しい目的になりうるのではないかと思う。

#### 4.8 数学的探究への入り口としてのコンテンツ

つまり、逆の言い方をすれば、ツール型ソフトを基盤としたコンテンツでは、「解説だけで満足すべき」ではないのだ。確かに、削減された必修の数学の時間の中では豊富に体験することはできないかもしれない。しかし、可能であれば、選択の時間や放課後の時間、あるいは家庭学習等の中で、より広く、より深く数学的探究を行えるかもしれない。そういう可能性への入り口を提供するものとして、コンテンツ開発を行っていくべきなのである。

#### 4.9 コンテンツを作るのは誰か

ソフトからコンテンツへと、重要性は変わりつつある。しかし、そのコンテンツを総合的に開発する主体はまだ確立していない。しかも、そのコンテンツの提供をWeb経由で行うということになると、CD-ROMのようなパッケージを買うのではなく、ライセンスを買うことになる。そういう支出を行政側が認めるのには時間がかかるかもしれない。教育の情報化で想定しているような、教科教育のためのコンテンツ開発が本格的に行われるのはいつになるのだろうかという懸念は、いまだにぬぐい去ることはできない。

しかし、少なくとも現時点においては、次の3つの方向性からコンテンツ開発を進めることはできるのではないかと考える。

##### (1) 標準的コンテンツ

必修の内容に関する授業時間は中学校では週3時間しかないため、解説や問題提示・議論等の

プレゼンテーション的な使い方が増えるだろう。今まで使っていなかった先生も気軽に使えるようにするためには、教科書などに準拠したコンテンツが不可欠だ（「教科書準拠コンテンツ」のようなものは、いわば、標準的な使い方を示すという意味で「標準的コンテンツ」と呼ぶことにする。）。標準的コンテンツの開発は教科書会社などと連携しながら、行う必要がある。

### (2) 学校でのニーズに合わせたコンテンツ

一方、課題学習や選択の授業など、教師の独自性を発揮できる時間もできた。また、ネット環境は様々な場所に浸透していることを考えると、課外や自宅での利用を想定することも可能かもしれない。そういう場合、同じ問題であっても、様々なアプローチが存在する。どれが適切かは、それぞれの授業によっても異なる。そのような学校のニーズに合わせたコンテンツ開発も必要になる。

### (3) 研究中心のコンテンツ

図形に対して静的な分析をする場合と、作図ツールを使って図形を動かしながら調べる場合では、様々なことが違う。作図ツールという環境では、どういうことが特徴的なのかを明らかにすることは、適切な実践のための基礎資料となるだけでなく、数学的探究の研究あるいはそのための環境（ソフト）設計の研究としても重要だ。それらの全体像を明らかにするためのコンテンツの開発は、学校でのニーズに合わせたコンテンツの開発とは少し違ったスタンスで行うことが必要となる。

今後、これらのそれぞれに関する開発を連携しながら進めていくことにしたい。